

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00130725.8

[43] 公开日 2001 年 7 月 25 日

[11] 公开号 CN 1304975A

[23] 申请日 2000.10.11 [21] 申请号 00130725.8

[71] 申请人 中国科学院山西煤炭化学研究所

地址 030001 山西省太原市 165 信箱

[72] 发明人 王 洋 曹 晏 房倚天 陈寒石

黄戒介 张尚武 王洪瑜 徐奕丰

[74] 专利代理机构 中国科学院山西专利事务所

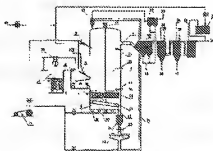
代理人 魏树巍 张承华

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图页数 2 页

[54] 发明名称 生活垃圾气化制备燃料气的方法及复合式气化反应器

[57] 摘要

一种生活垃圾气化制备燃料气的方法是将垃圾原料加入到气化炉中,在 700—800℃ 裂解,气化生成含有焦油的空气煤气,再经过 850—950℃ 高温区,使焦油裂解,得到不含焦油的煤气。本发明具有环保性能好,不产生或较少产生二次污染,且无焦油等副产品产生,工艺简单,系统气化效率高的优点。



1. 生活垃圾气化制备燃料气的方法，其特征在于包括如下步骤：

(1) 将垃圾原料中的非可燃物如玻璃、金属、灰土等分离后，得到垃圾原料中的可燃有机质；

(2) 将砂料预先加入到气化炉中，烘炉使炉下部温度升高到 700-800℃，炉上部温度升高到 850-950℃；

(3) 将备好的垃圾原料在特殊结构的加料装置中预干燥后落入到气化炉内，并与砂料在搅拌状态下，通入空气，在保持通入空气总量与垃圾加入量配比为  $2.0-3.5 \text{ NM}^3/\text{Kg}$  范围内，保持炉下部温度为 700-800℃，生成含焦油的空气煤气；

(4) 含焦油的空气煤气在气化炉上部 850-950℃ 高温区停留 1-3 秒，使焦油裂解，生成不含焦油的煤气；

(5) 不含焦油的煤气经除尘器除尘，脱氯塔脱  $\text{HCl}$ 、脱硫塔脱  $\text{H}_2\text{S}$  及冷却塔降温得到不含焦油、粉尘、氯化物和硫化物的洁净煤气；

(6) 将洁净煤气一部分返回到气化炉上部喷嘴入炉燃烧，并调节燃烧空气使炉温保持在 850-950℃，其余洁净煤气作为产品；

(7) 粉尘和砂料一起从炉底部排出，并由压缩空气输送到炉顶的旋风分离器中分离，砂料返回到气化炉内，粉尘由除尘器截留空气排放。

2. 一种生活垃圾气化制备燃料气的复合式气化反应器，是由炉体 (1)、进料口 (5)、测温口 (21、22、23)、煤气出口 (4)、燃料喷嘴 (2、3) 和排灰口 (13) 及回砂旋风分离器 (19) 组成，其特征在于呈直角形的进料口 (5) 位于炉体 (1) 下部，其内安装有水平移动炉耙 (7)，炉底之上是布风箱 (8)，炉底之下安装有空气分布管 (9)，在炉体 (1) 的布风箱 (8) 和进料口 (5) 之间装有倾斜移动炉耙 (12)，炉耙 (12) 的高位端位于进料口 (5) 之下，炉耙 (12) 的低位端处于炉体 (1) 底部的排灰口 (13) 之上，排灰口 (13) 连接有料封灰斗 (14)、(16)，

炉体（1）内装有搅拌器（18），炉体（1）中部安装有一组燃料喷嘴（2），在炉体（1）上部、煤气出口（4）之下安装有另一组燃料喷嘴（3），炉顶装有旋风分离器（19），旋风分离器（19）与灰斗（16）排灰口用气力输送管（20）相连。

3. 根据权利要求 2 所述的一种生活垃圾气化制备燃料气的复合式气化反应器，其特征在于所述的进料口（5）是直角型的，在竖直部分顶端设置有封板（6），水平部分的下边是水平的，上边是倾斜的。

4. 根据权利要求 2 所述的一种生活垃圾气化制备燃料气的复合式气化反应器，其特征在于所述的料封灰斗是两个灰砂斗（14）、（16）和高温阀（15）组成，高温阀（15）在两个灰砂斗（14）、（16）之间安装。

## 生活垃圾气化制备燃料气的方法及复合式气化反应器

本发明属于一种气化制燃料气的方法,具体地说涉及一种生活垃圾气化制备燃料气的方法及其专用的复合式气化反应器。

我国垃圾的历年堆积量已达 60 多亿吨,侵占土地面积多达 5 亿平方米,200 多座城市陷于垃圾包围之中。1996 年我国城市人均垃圾的年产量达 400Kg,城市生活垃圾清运量已达 1 亿吨,且其产量以每年 8—10% 的速度增长,预计 2000 年我国城市生活垃圾年产量将达到 1.5 亿吨,目前的垃圾总量已超出了常规填埋技术的处理能力,同时造成严重的大气、水源及土壤的污染。城市生活垃圾中可回收的部分是有机物,主要是热值较低的生物质类厨余(与煤热值相比),还包括少量的高热值高分子材料(塑料、橡胶及合成纤维),其占垃圾重量的百分十左右,但可占垃圾体积的百分之三十五。

由于常规的填埋方法受场地及渗漏污染的限制,近年来垃圾堆肥和焚烧技术得到了较快发展。堆肥可将垃圾中生物质发酵生产有机肥,但不能分解高分子类物质,故需将两种有机质分离处理,增加了工艺的复杂性,同时存在有毒物质及重金属污染。焚烧法成为近期垃圾处理的主流技术,可回收垃圾中的能量,减容量大,但存在二次污染,需专门的污染控制设备,同样增加了工艺的复杂性,尤其是二恶英类物质的控制问题。国家环保总局已于 2000 年 6 月 1 日正式颁布《生活垃圾焚烧污染控制标准》,特别规定了二恶英类物质排放限制,为  $1.0 \text{ Ng/NM}^3\text{TED}$ ; 美欧等国制定的二恶英类物质排放标准更严格,达  $0.1 \text{ Ng/NM}^3\text{TED}$ 。新兴垃圾气化技术的突出优点在于将垃圾转化为高品位的化学能,同时环保性能优越,无或极少产生二恶英类物质,因此气化法是当前垃圾能量利用的新方向,优点主要体现在以下几个方面:

(1) 高温还原性气氛下,热解气化过程中产生的高分子碳氢化合物可有效分解,同时阻断逆向合成反应的进行;由于氯元素以氯化氢而非游离氯的形式存在,也无游离氧存在,且在高温较长停留时间下操作可较好地控制二恶英类物质的生成。已有研究表明,常规垃圾焚烧法由于在氧化性气氛下操作,高分子烃类及二恶英类物质的生成量均较高;

(2) 气化过程中无  $\text{SO}_x$  和  $\text{NO}_x$  等酸性气体生成,产生的  $\text{HCl}$ 、 $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2\text{S}$  已有成熟技术加以控制;

(3) 产生煤气气量仅为焚烧法产生烟气量的 1/3, 气氛中粉尘、HCl 及  $H_2S$  浓度高, 后续污染控制设备的规模小, 处理费用低;

(4) 原料中的重金属在气化过程中基本上以还原态形式富集于排除的灰渣中, 灰渣中高分子烃类及二恶英类物质含量极少或痕量, 因此视为非危险废物, 可作安全填埋处理, 甚至可作为水泥等建筑材料的原料。

鉴于常规垃圾焚烧法的缺陷, 现有垃圾焚烧炉采用二段焚烧技术, 该技术将热解和焚烧结合, 首先热解垃圾再将残余物在热解气助燃下二次燃烬, 可控制高分子烃类及二恶英类物质生成, 但设备和工艺较复杂。美国几个大型煤气化公司曾利用气流床气化炉直接对垃圾进行还原性气氛下的气化处理, 结果表明二恶英类物质的生成可控制在  $0.01Ng/Nm^3TED$  水平, 远低于目前世界各国二恶英排放标准, 显示气化技术的优越性, 但气流床气化炉内整体温度很高, 导致系统冷煤气效率和经济指标降低。但降低操作温度又会使高分子烃类产生较多, 即通常所说的焦油, 造成后系统堵塞, 同时使煤气产率和热值下降。焦油可采用催化剂催化裂化, 催化剂包括各种重油裂化催化剂或廉价的石灰石, 但均存在催化剂积炭问题, 影响使用寿命, 因此需再生处理, 增加了设备、工艺的复杂性, 且焦油裂解不彻底, 使煤气的利用受到限制(如燃气轮机适用燃气要求焦油含量小于  $0.1g/Nm^3$ )。另有报道在废料气化过程中使回收焦油返回炉内燃烧消耗的工艺, 但需增加油水分离系统, 回流泵和回流管路内易发生堵塞等问题。

本发明的目的是提供一种环境指标好且无焦油生成、工艺简单的生活垃圾气化制备燃料气的方法及其复合式气化反应器。

本发明生活垃圾气化制备燃料气包括如下步骤:

(1) 将垃圾原料中的非可燃物分离后, 得到垃圾原料中的可燃有机质;

(2) 将砂料预先加入到气化炉中, 烘炉使炉下部温度升高到  $700-800^{\circ}C$ , 炉上部温度升高到  $850-950^{\circ}C$ ;

(3) 将备好的垃圾原料预干燥后加入到气化炉内, 并与砂料在搅拌状态下通入空气, 其中通入空气总量与垃圾加入量配比为  $2.0-3.5Nm^3/Kg$ , 保持炉下部温度为  $700-800^{\circ}C$ , 生成含焦油的空气煤气和粉尘;

(4) 含焦油的空气煤气在气化炉上部  $850-950^{\circ}C$  高温区停留 1-3 秒, 使焦油裂解, 生成不含焦油的煤气;

(5) 不含焦油的煤气经除尘器除尘, 脱氯塔脱 HCl、脱硫塔脱  $H_2S$

及冷却塔降温得到不含焦油、粉尘、氯化物和硫化物的洁净煤气；

(6) 将洁净煤气一部分返回到气化炉上部喷嘴入炉燃烧，并调节燃烧空气使炉温保持在 850-950℃，其余洁净煤气作为产品；

(7) 粉尘和砂料一起从炉底部排出，并由压缩空气输送到炉顶的旋风分离器中分离，砂料返回到气化炉内，粉尘由除尘器截留，空气排放。

如上所述的空气总量是底部与上部喷嘴进入空气之和。

为了实现上述发明，设计了一种专用复合式气化炉，该装置是由炉体、燃料喷嘴、进料口、排灰口、回砂口、测温口、煤气出口组成，其特征在于进料口位于炉体下部，并安装有水平移动料耙，炉底之上是布风箱，炉底之下安装有空气分布管，在炉体布风箱和进料口之间装有倾斜移动炉耙，炉耙的高位端位于进料口下部；炉耙的低位端位于炉体底部的排灰口之上，排灰口联接料封灰斗，炉体内装有搅拌器，炉体中部安装有一组燃料喷嘴，在炉体上部的煤气出口之下安装另一组燃料喷嘴，每组喷嘴可以是一个或多个喷嘴沿炉床呈径向分布，炉顶装有旋风分离器，施风分离器与料封排灰口用风力输送管联接。

如上所述的进料口是直角型的，在竖直部分顶端设置有封板，水平部分的下边是水平的，上边是倾斜的，便于炉内热量辐射物料，使物料在入炉前预干燥。

如上所述的料封灰斗是两个灰砂斗和高温阀组成，高温阀在两个灰砂斗之间安装。

本发明与现有技术相比具有如下优点：

- (1) 本发明的反应装置结构简单，操作方便。
- (2) 本发明的制备燃气的方法环保性能好，不产生或较少产生二次污染，且无焦油等副产品产生，工艺简单。
- (3) 系统气化效率高，所产煤气的热值在 1200-1500Kcal/Nm<sup>3</sup>。

下面结合实施例及其附图对本发明做进一步详细说明。

图 1 是本发明的流程图。

图 2 是本发明专利复合式气化炉的结构示意图。

如图所示，1 是炉体，2 是位于炉体 1 中部的燃料喷嘴，3 是位于炉体 1 上部且位于煤气出口 4 之下的燃料喷嘴，5 是位于炉体 1 下部的直角型进料口，在竖直部分的顶端设置有封板 6，在水平部分的水平底边安装水平移动料耙 7，水平部分的上边呈倾斜，便于来自炉膛内的辐射热预干燥垃圾物料，炉体 1 的底部之上是布风箱 8，炉体 1 底部之下安装有布风管 9，布风管 9 通过通气管 10 与空气压缩机 11 联接，在布风

箱 8 与进料口 5 之间的炉体 1 内装有倾斜移动炉耙 12, 炉耙 12 的高位端位于进料口 5 之下, 炉耙 12 的低位端处于炉体 1 底部的排灰口 13 之上, 排灰口 13 连接一个灰砂斗 14, 再通过高温阀 15 与另一个灰砂斗 16 相联, 在炉体 1 的顶部中央装有电机 17, 通过电机 17 驱动炉体 1 内的搅拌器 18 搅拌床内物料, 在炉体 1 顶部正对炉内倾斜移动炉耙高端位置处安装有旋风分离器 19, 该旋风分离器 19 通过气力输送管 20 与灰砂斗 16 相联并与空气压缩机 11 连通。21、22、23 是位于炉体 1 上、中、下三处的测温口, 24 是储存垃圾的料仓, 25 是抓斗, 26 是砂料或垃圾, 27 是城市煤气或液化气, 旋风分离器 19 将砂料与灰尘分离, 砂料返回到炉体 1 内, 灰尘和空气一起进入 1 号除尘器 28, 除尘后, 输送空气 29 放空, 煤气从煤气出口 4 进入 2 号除尘器 30, 经除尘后进入脱氯塔 31、脱硫塔 32、换热器 33, 最后得到洁净煤气 34, (洁净煤气的一部分经真空泵 35 由燃料喷嘴 2 和 3 返回到气化炉内,) 36 是 1、2 号除尘器底部排出余灰, 37 是新鲜脱氯剂, 38 为使用后的脱氯剂, 39 是新鲜脱硫剂, 40 为使用后的脱硫剂。

本发明的实施例如下:

#### 实施例 1

垃圾原料在将其中的玻璃、金属及建筑材料等非可燃物分离后装入料仓 24, 砂料置于气化炉体 1 内, 开启空气压缩机 11 和城市煤气 27 通过炉体 1 上部燃料喷嘴 3 和中部燃料喷嘴 2 进入炉体 1 内燃烧烘炉, 使炉顶温度升高到 920℃, 炉下部和中部的温度升高到 736℃; 待床温和气量均调节稳定后, 开启搅拌器 18, 以防止炉内物料粘结结块并使炉内物料混合均匀, 通过抓斗 25 将料仓 24 中的垃圾从封板 6 进入到水平移动料耙 7 上, 随料耙 7 的移动完成预干燥, 最终落入炉体 1 内倾斜移动炉耙 12 上; 开启炉底空气进气阀, 空气通过通气管 10 和布风管 9 进入布风箱 8 内, 并保持入炉空气和垃圾进量之比例在 3.619Nm<sup>3</sup>/kg, 使垃圾充分燃烧并气化。为保持炉下部温度保持在 700—800℃ 的范围内, 应逐步调大炉底空气和入炉垃圾进量, 并逐步关小燃料喷嘴 2 进入的烘炉气量和与之相配的空气量, 直至炉底空气进量和入炉垃圾量达到设定值, 并将燃料喷嘴 2 关闭。生成的含有焦油的煤气经过炉顶 850-950℃ 高温区停留 1 秒, 使煤焦油裂解, 生成的不含煤焦油的煤气经煤气出口 4 进入除尘器 30 除尘, 进入除氯塔 31 脱除 HCl, 再进入脱硫塔 32 脱除 H<sub>2</sub>S, 经冷却塔 33 降温后得到不含焦油和粉尘及 HCL 及 H<sub>2</sub>S 的洁净煤气 34。将洁净煤气 34 的一部分经真空泵 35 返回到燃料喷嘴 3, 使炉顶温度保持

850-950℃, 关闭城市煤气或液化气。

砂料和灰从排灰口 13 进入灰砂斗 14 内, 打开高温阀门 15, 使砂料和灰进入灰料斗 16, 砂料和灰在压缩空气的作用下, 经过气力输送管 20 到达炉顶旋风分离器 19, 经过旋风分离器 19 的分离, 砂料返回到炉内, 输送空气及灰进入除尘器 28 除尘后, 空气排放。

#### 实施例 2

将炉顶温度变为 885℃, 炉体下部和中部温度变为 730℃, 空气垃圾比变为 3.032 Nm<sup>3</sup>/kg, 含有焦油的空气煤气上升到炉顶部 885℃的高温区, 停留 2 秒, 其余同实施例 1。

#### 实施例 3

将炉顶温度变为 890℃, 炉体下部和中部温度变为 735℃, 空气垃圾比变为 3.051 Nm<sup>3</sup>/kg, 含有焦油的空气煤气上升到炉顶部 890℃的高温区, 停留 1.5 秒, 其余同实施例 1。

#### 实施例 4

将炉顶温度变为 930℃, 炉体下部和中部温度变为 720℃, 空气垃圾比变为 3.337 Nm<sup>3</sup>/kg, 含有焦油的空气煤气上升到炉顶部 930℃的高温区, 停留 2 秒, 其余同实施例 1。

#### 实施例 5

将炉顶温度变为 880℃, 炉体下部和中部温度变为 720℃, 空气垃圾比变为 2.524 Nm<sup>3</sup>/kg, 含有焦油的空气煤气上升到炉顶部 880℃的高温区, 停留 3 秒, 其余同实施例 1。

以上实施例的气化操作参数与结果见表 1

表 1

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
操作温度(℃) 顶部	920	885	890	930	880
底部	736	730	735	720	720
操作压力	常压	常压	常压	常压	常压
空气垃圾比(Nm <sup>3</sup> /kg)	3.619	3.032	3.051	3.337	2.524
产出煤气热值(kcal/Nm <sup>3</sup> )	1015	1056	1131	1005	1171
产出煤气组成(%)					
H <sub>2</sub>	11.72	11.57	12.22	11.63	13.19
N <sub>2</sub>	66.08	64.39	61.68	60.11	62.03
CO	6.99	6.18	8.20	6.55	8.28
CH <sub>4</sub>	3.85	3.78	4.99	4.12	4.97
CO <sub>2</sub>	10.83	12.04	11.70	16.88	10.92
C <sub>7</sub> +C <sub>3</sub>	0.514	2.013	1.192	0.665	0.605
C <sub>4</sub> +C <sub>5</sub>	0.0122	0.0099	0.0188	0.0189	0.005



00-10-10

# 说明书附图

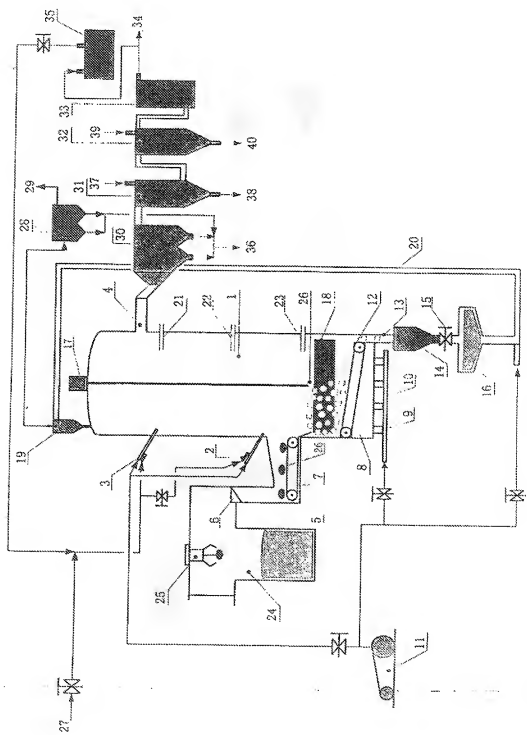


图1

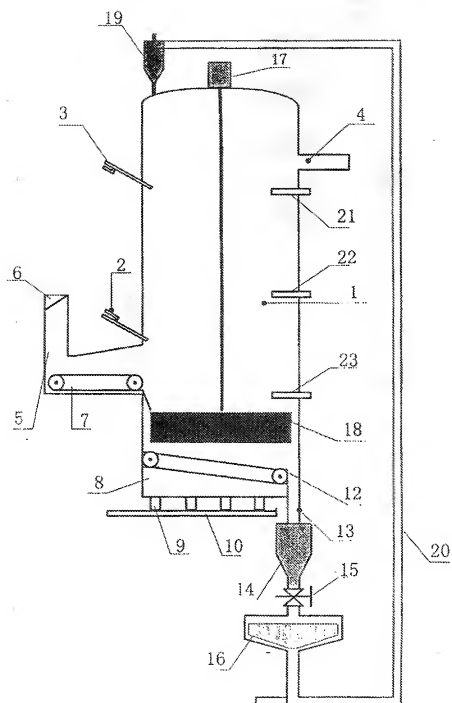


图2